



Title	酸化物系のセラミックスの機械的特性に及ぼす相転移の影響
Author(s)	荒堀, 忠久
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/36742">https://hdl.handle.net/11094/36742</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	荒	堀	忠	久
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8844	号	
学位授与の日付	平成元年	9月	22日	
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	酸化物系セラミックスの機械的特性に及ぼす相転移の影響			
論文審査委員	(主査) 教 授 岩本 信也			
	(副査) 教 授 幸塚 善作 教 授 藤田 広志			

### 論文内容の要旨

本論文では、酸化物系セラミックスのうち、特に工業的に多用されているシリカとジルコニアの相転移に関し、相転移の機械的特性に及ぼす影響に関する研究成果をまとめている。

第1章では、セラミックスの相転移論およびシリカ並びにジルコニアの相転移に関する従来の研究成果について述べている。

第2章では、珪石耐火物におけるシリカの $\alpha - \beta$ 転移の熱的特性を高温X線、高温偏光顕微鏡、レーザーフラッシュ法熱定数測定装置などを用いて評価している。この結果、シリカのクリストバライトの $\alpha - \beta$ 転移による熱特性変化が、トリジマイトの変化より大きいこと、及びこの現象は転移エネルギーの差に起因すると結論づけている。

第3章で熱サイクルにおけるシリカの $\alpha - \beta$ 転移が、焼結体の機械的特性に及ぼす影響について検討した結果、転移温度を含む条件では、初期にき裂が発生し、進展することが確認できている。また転移の含まない条件では、発生熱応力に伴い試料内の音速が指數関数的に低下する結果を得、熱疲労において音速との法則性があることを実証している。

第4章では、シリカのトリジマイトからクリストバライトへの転移温度(1470°C)が $\text{Al}_2\text{O}_3$ の侵入により低下することを明らかにしている。この転移の活性化エネルギーの測定及び組織の解析から転移機構を明確にするとともに、 $\text{CaO}$ の添加により、転移を抑止できることを明らかにしている。

第5章では $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$ セラミックスにおけるジルコニアの応力誘起変態についてレーザーラマン分光法を用いて検討を行った結果、応力集中部及び引張応力部に正方晶→单斜晶の応力誘起変態が顕著に進行することを明らかにしている。この種の応力は、ジルコニア粒子に対するマトリックスの拘束を

開放するため相転移を容易にすることを明らかにしている。

第6章では、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2$ セラミックスにおけるジルコニアの応力誘起変態に及ぼす $\text{Y}_2\text{O}_3$ 添加の影響について検討した結果、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 添加量が少ない程、正方晶→单斜晶の転移変化が大きく、韌性向上に寄与していることを明らかにしている。これは单斜晶 $\text{ZrO}_2$ の生成自由エネルギーが $\text{Y}_2\text{O}_3$ により大きく影響を受けることによると結論付けている。

第7章では、 $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2$ セラミックスに $\text{Cr}_2\text{O}_3$ を添加した場合の組織と機械的特性に及ぼす影響を検討している。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ と固溶体を形成することを認め、硬度及び破壊韌性は $(\text{Al}_2\text{O}_3-10\text{wt}\%\text{Cr}_2\text{O}_3)-10\text{vo 1\%ZrO}_2$ で最大となり、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 添加及びジルコニアの応力誘起変態の重畠効果を明らかにしている。

第8章では、第2章から第7章までの結果を総括し、さらに本論文において得られたシリカならびにジルコニアに関する知見と工学的成果についてまとめている。

### 論文の審査結果の要旨

本論文では、工業的に広く使用されている酸化物セラミックスのうち、珪石耐火物中のシリカおよび $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2$ セラミックス中のジルコニアの相転移に関し、熱サイクル負荷に及ぼす影響、微量他成分並びに応力負荷による影響を実験的および理論的に取り扱ったものである。

主な成果をまとめると次のようになる。

- (1) シリカの $\alpha-\beta$ 転移の熱サイクル下における機械的特性に及ぼす影響としては、初期にき裂の発生、進展が見られるが、破壊が転移エネルギーに依存するため、転移、疲労を起こさない500°C以上の使用が好ましいことを明らかにしている。
- (2) シリカの高温における相変化に対する微量のアルミナの影響が大きいため、予めシリカ内に $\text{CaO}$ を富化しておくことにより、この変質と損傷を防止し得ることを明らかにしている。
- (3)  $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2$ セラミックスにおけるジルコニアの応力誘起変態に際して引張負荷応力を与えることにより、アルミナマトリックスの拘束力が緩和されることから、相転移が促進され、高韌性化が進行することを明らかにしている。
- (4)  $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZrO}_2$ セラミックスに $\text{Y}_2\text{O}_3$ および $\text{Cr}_2\text{O}_3$ を添加することにより、ジルコニアの正方晶生成自由エネルギーおよびマトリックス特性が変化し、強度、破壊韌性などの制御が容易になることを見いだしている。

以上のように、本論文は、シリカおよびジルコニアの機械的特性に及ぼす相転移の影響を明らかにするとともに、相転移の防止および活用に関する有用な知見を得たもので、セラミックス材料の開発、利用に寄与するところが大きい、よって、本論文は、博士論文として価値あるものと認める。